

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-238127

(43)公開日 平成6年(1994)8月30日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 0 1 D 53/34	1 2 5 Q			
	Z A B			
B 0 3 C 3/01	Z A B Z	8925-4D		
F 2 3 J 15/00		B 7367-3K		
	Z A B Z	7367-3K		

審査請求 未請求 請求項の数 7

(21)出願番号 特願平5-26563

(22)出願日 平成5年(1993)2月16日

(71)出願人 000005441

パプコック日立株式会社  
東京都千代田区大手町2丁目6番2号

(72)発明者 勝部 利夫

広島県呉市宝町6番9号 パプコック日立  
株式会社呉工場内

(72)発明者 西村 正勝

広島県呉市宝町6番9号 パプコック日立  
株式会社呉工場内

(72)発明者 浅野 広満

広島県呉市宝町6番9号 パプコック日立  
株式会社呉工場内

(74)代理人 弁理士 松永 孝義

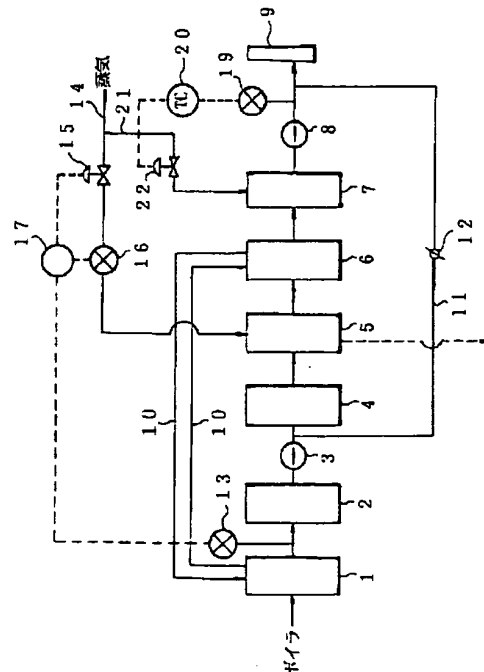
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 排煙処理装置とその制御装置

(57)【要約】

【目的】 機器の高価な腐食対策を行うことなく、安定した運転の可能なばいじん濃度を低減した排煙処理システムを提供すること。

【構成】 ボイラからの排ガスの熱を回収する熱回収器1と排ガス中のばいじんを除去する集じん器2と排ガス中の酸性ガス成分を除去する排煙脱硫装置4と熱回収器1からの回収熱を利用して処理ガスを再度加熱した後に大気中に放出するための再加熱器7とから構成される排煙処理システムにおいて、再加熱器7の前流に蒸気式ガス加熱器5を設置し、蒸気式ガス加熱器5での交換熱量すなわち供給蒸気量を制御することにより、熱回収器1出口ガス温度を常に設定値以上に保持することにより熱回収器1以降の機器の腐食を防止することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ボイラからの排ガスの熱を回収する熱回収器と排ガス中のばいじんを除去する集じん器と排ガス中の酸性ガス成分を除去する排煙脱硫装置と前記熱回収器からの回収熱を利用して処理ガスを再度加熱した後に大気中に放出するための再加熱器とを備えた排煙処理装置において、

ガス流れ方向に上流側から下流側に熱回収器、集じん器、排煙脱硫装置、再加熱器の順に配列し、さらに排煙脱硫装置の出口ガスを再加熱する予備加熱器を排煙脱硫装置と再加熱器との間に配置することを特徴とする排煙処理装置。

【請求項2】 請求項1記載の排煙脱硫装置において、集じん器入口ガス温度を制御するために、予備加熱器による処理ガスの交換熱量を制御することを特徴とする排煙処理装置の制御装置。

【請求項3】 集じん器出口ガス温度の検出温度信号に基づき予備加熱器により処理ガスの交換熱量を制御することを特徴とする請求項2記載の排煙処理装置の制御装置。

【請求項4】 熱回収器入口ガス温度と排ガス流量をフィードフォワード信号とし、集じん器出口ガス温度をフィードバック信号として予備加熱器による処理ガスの交換熱量を制御することを特徴とする請求項2記載の排煙処理装置の制御装置。

【請求項5】 請求項1記載の排煙脱硫装置において、予備加熱器をガス流れ方向に対し前後段に二分割し、一方の予備加熱器は排煙脱硫装置出口ガス温度を設定値以上に維持する制御または該予備加熱器の器内圧を設定値以上に維持する制御の少なくともいずれかの制御を行い、かつ、他方の予備加熱器は集じん器入口ガス温度を設定値以上に制御するために処理ガスの交換熱量を制御すること特徴とする排煙処理装置の制御装置。

【請求項6】 一方の予備加熱器では排煙脱硫装置出口ガス温度を設定値以上に維持する制御または該予備加熱器の器内圧を設定値以上に維持する制御の少なくともいずれかの制御を行うために該予備加熱器の入口ガス温度および出口ガス温度に基づき該予備加熱器による処理ガスの交換熱量を制御し、他方の予備加熱器では熱回収器入口ガス温度と排ガス流量をフィードフォワード信号とし、集じん器出口ガス温度をフィードバック信号として該予備加熱器による処理ガスの交換熱量を制御することを特徴とする請求項5記載の排煙処理装置の制御装置。

【請求項7】 予備加熱器はボイラの蒸気を利用して、その流量により処理ガスの交換熱量の制御を行う蒸気式ガス加熱器であることを特徴とする請求項2～6のいずれかに記載の排煙処理装置の制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は排煙処理システムに係

り、特に排ガス中のばいじんを低減するのに好適な湿式排煙脱硫装置とその制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来技術からなる石炭火力発電プラントにおける代表的な排煙処理システムの系統を図4、図5に示す。図4に示す排煙処理システムに流入する石炭焚ボイラからの排ガスの性状は、定格負荷時には一般的にSO<sub>2</sub>濃度約500ppm、ばいじん濃度約15g/m<sup>3</sup>N、ガス温度約140℃である。まず、電気集じん器2に流入する排ガスは、その中のばいじんの99%以上が除去され、電気集じん器2出口ではばいじん濃度は約100mg/m<sup>3</sup>N(0.1g/m<sup>3</sup>N)まで減少する。電気集じん器2を出た排ガスは誘引通用機(以下IDFと略す)3で昇圧され、熱回収器1で熱を回収されて約90℃で湿式排煙脱硫装置4に導入される。湿式排煙脱硫装置4で排ガスは冷却、除じん、脱硫されてガス温度約45℃、ばいじん濃度約15mg/m<sup>3</sup>N、SO<sub>2</sub>濃度約50ppmで湿式排煙脱硫装置4から排出され、再加熱器6で約90℃まで昇温された後、脱硫通用機(以下BUFと略す)7で昇圧され、煙突9から排出される。なお、熱回収器1と再加熱器6は熱媒連絡管10により熱媒体を介して熱交換され、湿式排煙脱硫装置4の異常停止の場合にはIDF3出口の排ガスは脱硫処理をしないで煙突9に流すためにバイパスダクト11とバイパスダンパ12が設けられている。

【0003】 上記した排煙処理システムは今まで最も普及した実績の多いシステムであるが、近年の環境規制の強化により、特に煙突入口ばいじん濃度については10mg/m<sup>3</sup>N、さらには5mg/m<sup>3</sup>Nまでの低減が要求されるようになってきた。このような低ばいじんシステムに対応するための公知技術として再加熱器6の出口にさらに湿式電気集じん器を設置する方式が採用される場合がある(例えば、火力原子力発電vol. 41, No. 7, 913頁～914頁)。

【0004】 しかしながら、湿式電気集じん器を設置することは設備費および運転費を上昇させることになるため、その合理化のために図5に示す排煙処理システムが提案されている。図5に示すシステムでは図4に示すIDF3の直後に置かれる熱回収器1を電気集じん器2の前流側に置き換えるもので、この場合、電気集じん器2の入口ガス温度が低下することから煙道の電気抵抗が大幅に低下し、電気集じん器2での集じん特性が上昇する。そのため、本方式では容易に電気集じん器2出口でのばいじん濃度30mg/m<sup>3</sup>N以下が達成でき、その結果、湿式排煙脱硫装置4出口ばいじん濃度も10mg/m<sup>3</sup>N以下に低減されるものである。

【0005】 しかしながら、図5の排煙処理システムの場合、熱回収器1出口で排ガス温度が低下するため電気集じん器2、IDF3およびこれらの間の煙道の腐食対策について考慮する必要がある。特にボイラからの排ガ

ス温度は、気温、負荷によって大きく左右されるため、熱回収器1入口ガス温度は、先述の定格時約140℃が、100℃程度まで低下する場合があります、このときは熱回収器1出口ガス温度は70℃程度まで低下するため、排ガスの水分飽和温度に近くなり、排ガス中に存在するSO<sub>3</sub>の影響もあり、腐食環境となる。従って熱回収器1出口以降の排ガス流路にある機器および煙道には耐食性材料の使用が要求される。特に図4に示すシステムにおいては熱回収器1出口から湿式排煙脱硫装置4入口の間には煙道があるだけであり、その長さも短いため腐食対策の費用も少ないが、図5に示すシステムにおいては熱回収器1出口から湿式排煙脱硫装置4入口までの間の排ガス煙道に電気集じん器2、IDF3を設置することになり、また当該区間の煙道の長さも非常に長くなることから、腐食対策に要する費用が膨大になり、本システムを採用することによる湿式電気集じん器の省略の効果が無くなり、本システムの実用化の障害になっていた。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術は、熱回収器1出口の排ガス煙道にある機器の合理的な腐食対策について配慮されておらず、非常に高価な腐食性材料を高範囲に使用する必要があった。本発明の目的は機器の高価な腐食対策を行うことなく、安定した運転の可能なばいじん濃度を低減した排煙処理システムを提供することである。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の上記目的は、次の構成によって達成される。すなわち、ボイラからの排ガスの熱を回収する熱回収器と排ガス中のばいじんを除去する集じん器と排ガス中の酸性ガス成分を除去する排煙脱硫装置と前記熱回収器からの回収熱を利用して処理ガスを再度加熱した後に大気中に放出するための再加热器とを備えた排煙処理装置において、ガス流れ方向に上流側から下流側に熱回収器、集じん器、排煙脱硫装置、再加热器の順に配列し、さらに排煙脱硫装置の出口ガスを再加熱する予備加熱器を排煙脱硫装置と再加热器との間に配置する排煙処理装置、または、前記排煙処理装置において、集じん器入口ガス温度を制御するために、予備加熱器による処理ガスの交換熱量を制御する排煙処理装置の制御装置である。

【0008】ここで、前記制御装置は集じん器出口ガス温度の検出温度信号に基づき予備加熱器による処理ガスの交換熱量を制御する構成とすることができる。また、前記排煙脱硫装置において、予備加熱器をガス流れ方向に対し前後段に二分割し、一方の予備加熱器は排煙脱硫装置出口ガス温度を設定値以上に維持する制御または該予備加熱器の器内圧を設定値以上に維持する制御の少なくともいずれかの制御を行い、かつ、他方の予備加熱器は集じん器入口ガス温度を設定値以上に制御するために

処理ガスの交換熱量を制御する構成とすることができる。本予備加熱器はボイラの蒸気を利用して、その流量により処理ガスの交換熱量の制御を行う蒸気式ガス加熱器、加熱空気吹き込み装置等を用いることができる。

#### 【0009】

【作用】熱回収器入口ガス温度と再加热器入口ガス温度の差の大小により、熱回収器と再加热器の交換熱量は変化する。従って、再加热器入口に蒸気式ガス加熱器などの予備加熱器を設置し、この予備加熱器での処理ガスの交換熱量を制御し、再加热器入口ガス温度を変えることにより、集じん器入口ガス温度を酸性ガスの露点以上に上げて、熱回収器より下流の排ガス流路に配置される機器の腐食を防止することができ、同時に排ガスのばいじん濃度を低下させることができる。この予備加熱器での処理ガスの交換熱量を制御するためには集じん器入口ガス温度に基づき予備加熱器の加熱量を制御する方法、または前記集じん器入口ガス温度に加えて、熱回収器入口ガスの温度および排ガス流量に基づき予備加熱器の加熱量を制御する方法がある。

【0010】また、ボイラの運転条件によって熱回収器入口ガス量、ガス温度は大きく変化するが予備加熱器はガス量最大でガス温度最低となる最も厳しい条件で設計されるため予備加熱器の伝熱面積も大きく設計される。そして、熱回収器入口ガス温度が高い運転条件の時には予備加熱器での昇温を行わなくても熱回収器出口ガス温度は設定値を満足する場合もあるが、この時は、予備加熱器内を昇温するのに必要な伝熱管内外の温度差は小さくて良いから予備加熱器内圧は下がり、伝熱管内の凝縮温度も低下する。排ガス中のミストは予備加熱器の伝熱管に衝突して、蒸発されるため、前記蒸気の凝縮温度が低い場合には、排ガス中のミストの蒸発が起りにくくなり、伝熱管の腐食の原因となる。そこで、脱硫装置出口ガス中のミスト蒸発を考慮すると、予備加熱器を二分割し、専ら、排煙脱硫装置出口ガスの乾燥のための昇温制御をするための予備加熱器と熱回収器出口ガス温度の温度制御のための予備加熱器とを設けることもできる。

#### 【0011】

【実施例】本発明の一実施例を図面とともに説明する。  
実施例1

図1に本実施例になる排煙処理システムの系統図を示す。ボイラ（図示せず）からの排ガスは熱回収器1、電気集じん器2、IDF3、排煙脱硫装置4、蒸気式ガス加熱器5、再加热器6、蒸気式加熱器7、BUF8および煙突9の順に流れる。本実施例では図5の排煙処理システムに比較して湿式排煙脱硫装置4の出口側に蒸気式ガス加熱器5を設けたことに特徴があり、この蒸気式ガス加熱器5には蒸気供給配管14から蒸気が供給可能になっている。蒸気供給配管14の蒸気流量は熱回収器1出口に設けられた温度検出器13からの信号と蒸気供給配管14の蒸気流量発信器16からの信号に基づき流量

調節計17により蒸気供給配管14の流量調節弁15で調節される。また、蒸気式加熱器7の加熱度合いはB U F 8 出口ガス温度検出器19に基づき温度調節計20で蒸気供給配管14の分岐配管21の流量調節弁22で調節される。熱回収器1の熱交換は熱回収器1入口排ガスと熱媒体との熱交換であり、再加熱器6の熱交換は該熱媒体と排煙脱硫装置4出口ガスの熱交換のため、全体として熱回収器1と再加熱器6を合わせて一つの熱交換器と考えると、図1に示す排煙処理システムにおける熱回

$$Q = K \cdot A \cdot \Delta t m$$

K：総括伝熱係数

A：伝熱面積（熱回収器1と再加熱器6の合計）

$$\Delta t m = (T_1 - t_2) - (T_2 - t_1) / \ln \{ (T_1 - t_2) / (T_2 - t_1) \} \quad (2)$$

(1)式から熱回収器1入口ガス温度と再加熱器6入口ガス温度の温度差が大きいほどQは大きくなることがわかる。一方、ガス側から交換熱量を考えると交換熱量Q

$$Q = G \times C \times (T_1 - T_2)$$

G：ガス量 (kg/h)

C：比熱 (kcal/kg・℃)

熱回収器1以降の機器、煙道の腐食防止を図るため、熱回収器1出口ガス温度 $T_2$ の温度制御するためには、

(3)式から交換熱量Qを制御すれば良く、このためには(1)、(2)式から、再加熱器6の入口ガス温度 $t_1$ を制御すれば可能となることが分かる。

【0013】従って、熱回収器1出口に設けた温度検出器13で検出された温度(=  $T_2$ )を設定値に保つように蒸気流量調節弁15を制御して再加熱器6入口ガス温度を調節することにより熱回収器1出口ガス温度 $T_2$ の温度制御が可能となる。ここで再加熱器6出口ガスは排煙脱硫装置4からの吸収液の飛散ミストを含む水分飽和ガスであるから腐食性を有している。このため蒸気式ガス加熱器5は耐食性のある材料を採用する必要があるが、この蒸気式ガス加熱器5で排煙脱硫装置4出口ガスを昇温することにより、当該ガス中のミストを蒸発させ、ガスを乾燥させることにより、腐食性を無くし、後流の再加熱器6の材質を安価なものにすることが可能となる。従って、蒸気式ガス加熱器5は、上記した熱回収器1出口ガス温度 $T_2$ を設定値以上に保つと共に、排煙脱硫装置4出口ガス温度 $t_2$ も設定値以上昇温する制御を行うことが望ましい。

#### 【0014】実施例2

本発明になる第2の実施例を図2に示す。本実施例は上記した実施例1の制御性を向上させるためのもので図1の排煙処理システムに熱回収器入口ガス温度検出器24からの信号とガス流量信号25を追加したものである。そして、熱回収器入口ガス温度検出器24の温度検出信号とガス流量信号25に基づき、演算器17により必要蒸気量を計算し、これをフィードフォワード信号とし、さらに、上記実施例1と同様に熱回収器1出口に設けられた温度検出器13と蒸気供給配管14の蒸気流量発信

器1入口排ガスは前記一つの熱交換器（熱回収器1 + 再加熱器6）により排煙脱硫装置4出口排ガスと熱交換されるものと考えることができる。

【0012】したがって、熱回収器1入口、出口ガス温度をそれぞれ $T_1$ 、 $T_2$ ℃とし、再加熱器6入口、出口ガス温度をそれぞれ $t_1$ 、 $t_2$ ℃とすると前記一つの熱交換器（熱回収器1 + 再加熱器6）の交換熱量Qは下式で表される。

(1)

$\Delta t m$ ：対数平均温度差

は熱回収器1を通過するガスが失った熱量に等しいからQは下式でも表される。

(3)

器16からの信号に基づき熱回収器1出口ガス温度 $T_2$ によりフィードバック制御を行うものである。

#### 【0015】実施例3

本発明になる第3の実施例を図3に示す。本実施例は図2の排煙処理システムに、さらに蒸気式ガス加熱器5を前段加熱器5aおよび後段加熱器5bに分割し、各々には蒸気供給配管14a、14bから蒸気が供給されるものである。前段加熱器5aにより排煙脱硫装置4出口ガスの乾燥のための昇温制御を行い、後段加熱器5bにより熱回収器1出口ガス温度制御を行う。そのため、前段加熱器5aの温度制御は前段加熱器5a入口ガス温度検出器26aの検出温度と後段加熱器5b入口ガス温度検出器26bの検出温度に基づき、温度調節計27により蒸気供給配管14aの流量調節弁15aを調節して行い、後段加熱器5bの温度制御は図2の排煙処理システムと同様に熱回収器入口ガス温度検出器24からの信号とガス流量信号25および熱回収器1出口の温度検出器13と蒸気供給配管14bの蒸気流量発信器16からの信号とに基づき流量調節計17により蒸気供給配管14bの流量調節弁15bを調節して行う。

【0016】本実施例と特有の効果としては、熱回収器1出口ガス温度制御のために必要な蒸気式ガス加熱器5の伝熱面積が、排煙脱硫装置4出口ガス温度昇温のために必要な伝熱面積より比較的大きい場合に有効となる。一般に、蒸気式ガス加熱器5の設計は熱回収器入口ガス温度が低い条件をベースに設計され、その伝熱面積も大きくなる。この装置において、熱回収器1入口ガス温度が高い運転条件の時には蒸気式ガス加熱器5での昇温を行わないでも熱回収器1出口ガス温度は設定値を満足する場合もある。この時は、蒸気式ガス加熱器5は脱硫装置4出口ガスの昇温乾燥に使用されるが、その伝熱面積が非常に大きいため、一定温度昇温するのに必要な伝熱管内外の温度差は小さくて良いから蒸気式ガス加熱器5

の器内圧は下がり、伝熱管内の伝熱管内部の蒸気の凝縮温度も低下する。しかしながら前記した通り蒸気式ガス加熱器5では脱硫装置4出口ガスを昇温すると共に含有されるミストを蒸発させる機能を有している。このミストの蒸発機構はミストが蒸気式ガス加熱器5の伝熱管に衝突し、高温の管壁との接触により蒸発するものであるから、管壁温度は高い方が望ましい。しかしながら、熱回収器入口ガス温度が高い運転条件の時には、必要な交換熱量が小さいため蒸気式ガス加熱器5の伝熱管内外の温度差が小さくなり、蒸気式ガス加熱器5内圧は下がり、伝熱管内の蒸気の凝縮温度が下がる。前記蒸気の凝縮温度が低い場合には、伝熱管の管壁温度も低くなり、排ガス中のミストの蒸発が起こりにくくなり、蒸気式ガス加熱器5の後流機器の腐食の原因となる。

【0017】そこで、脱硫装置4出口ガス中のミスト蒸発を考慮すると、蒸気式ガス加熱器5を二分割し、専ら、排煙脱硫装置4出口ガスの乾燥のための昇温制御は前段加熱器5aで行い、後段加熱器5bで熱回収器1出口ガス温度の温度制御をすることが望ましい。このように、上記した本発明の実施例によれば、熱回収器1出口ガス温度が排ガス条件にかかわらず設定値以上に保てるので熱回収器1以降の機器の腐食低減が容易にでき、かつ煙突出口のばいじん濃度を低減できる。また、

蒸気式ガス加熱器5の設置により、再加熱器6での昇温を少なくできるため、熱回収器1、再加熱器6の伝熱面積を低減でき、さらに蒸気式ガス加熱器5の後流機器の腐食対策を不要にでき、全体の設備費の低減が図れる。

【0018】

【発明の効果】本発明によれば、全体の設備費を高価にしないで、排煙処理システムの各種機器の腐食低減が容易にでき、かつ煙突出口のばいじん濃度を低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例の排煙処理システムの系統図を示す。

【図2】 本発明の一実施例の排煙処理システムの系統図を示す。

【図3】 本発明の一実施例の排煙処理システムの系統図を示す。

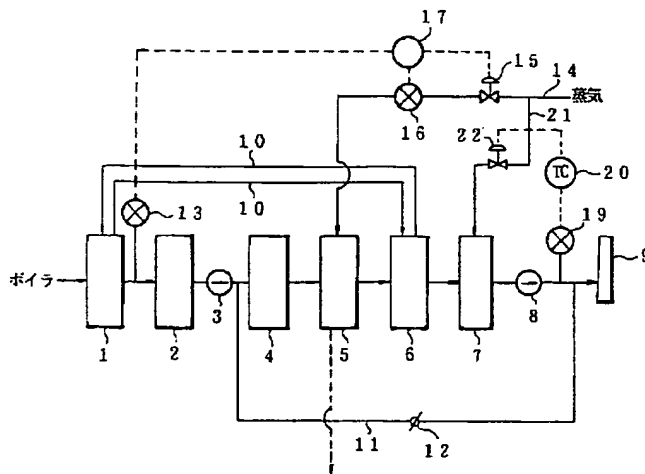
【図4】 従来の排煙処理システムの系統図を示す。

【図5】 従来の排煙処理システムの系統図を示す。

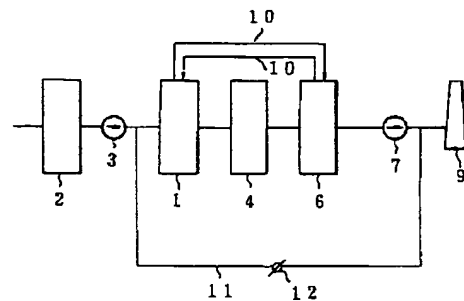
【符号の説明】

1…熱回収器、2…電気集じん器、4…排煙脱硫装置、5…蒸気式ガス加熱器、6…再加熱器、9…煙突、13…温度検出器、14…蒸気供給配管、15…流量調節弁、16…蒸気流量発信器、17…流量調節計、19…ガス温度検出器、20…温度調節計

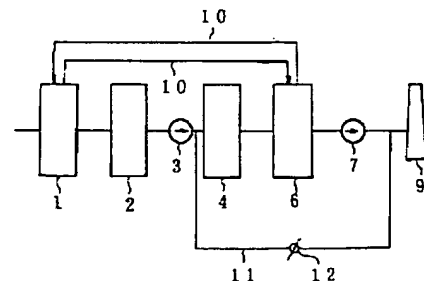
【図1】



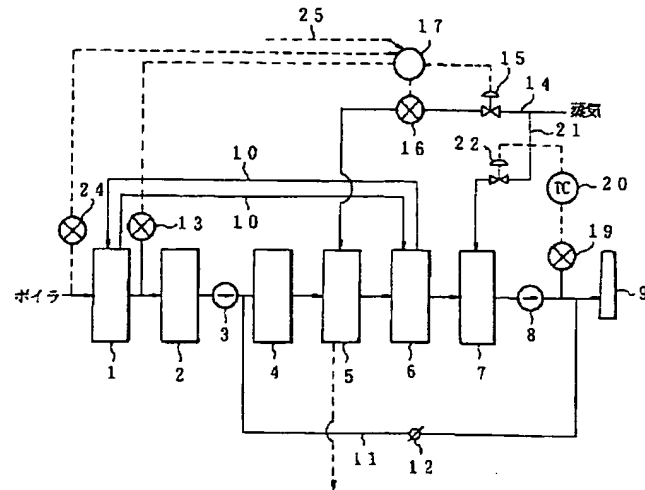
【図4】



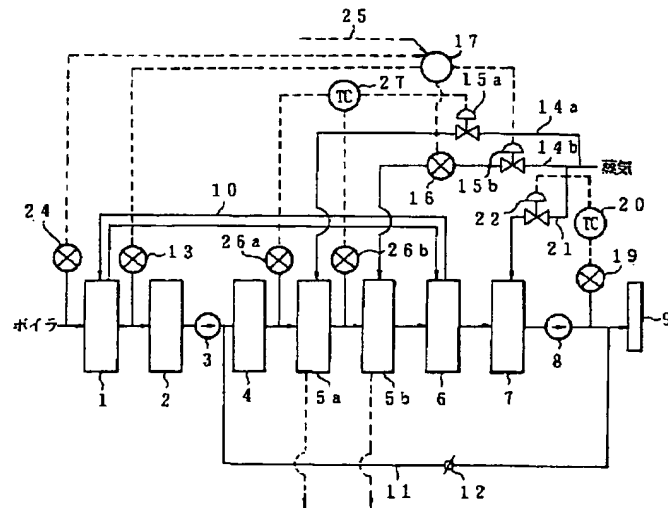
【図5】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72) 発明者 高鷹 生男  
 広島県呉市宝町6番9号 パブコック日立  
 株式会社呉工場内